# Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento

Sandra Lok y Y. Suárez
*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*
*Correo electrónico: slok@ica.co.cu*

Se determinó el comportamiento de algunos indicadores morfológicos y productivos de *Moringa oleifera*, relacionados con la aplicación de abono orgánico, fertilización química y biofertilizantes, y se evaluó el efecto de este cultivo durante su establecimiento en la fertilidad del suelo. El estudio se realizó en áreas del Instituto de Ciencia Animal. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas y siete tratamientos, en un suelo Ferralítico Rojo. Los tratamientos de fertilización fueron: T1= control; T2= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$); T3= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + Fitomas E; T4= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + EcoMic; T5= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + EcoMic® + Fitomas E; T6= NPK (60:90:160; 0.6 t $ha^{-1}$) y T7= NPK (60:90:160; 0.3 t $ha^{-1}$) + EcoMic+Fitomas E. Se determinaron en las plantas la altura, número de ramas, número de hojas, diámetro del tallo, población y rendimiento de MS $ha^{-1}$. En el suelo se evaluaron los contenidos de N, P, Ca, Mg, pH y MO. La accesión Supergenius en condiciones edafoclimáticas y de manejo, similares a las del estudio, debe alcanzar a los 60 d, altura de 1m y 35 hojas por rama, aproximadamente. La mejor producción de biomasa (6.61 t MS $ha^{-1}$) y la mayor contribución a la mejora de los contenidos de nutrientes del suelo (P: 136.56 ppm; Ca; 1.89 %; Mg: 0.38% y MO: 4.84%) se obtuvo con el tratamiento T4. Se concluye que la aplicación de25 t $ha^{-1}$ de estiércol vacuno y EcoMic mostró el mayor rendimiento de moringa y la mejor contribución a los contenidos de nutrientes del suelo, mientras que la aplicación de abono orgánico, con biofertilizantes o sin ellos, tuvo mejor efecto en la fertilidad del suelo que la aplicación de fertilizante inorgánico, solo o combinado, ya que influyó positivamente en todos los nutrientes del suelo. Se recomienda continuar estudios relacionados con la aplicación de fertilizantes en el cultivo de moringa, así como otros relacionados con el efecto de esta planta en la fertilidad del suelo, con diferentes tiempos de su explotación y para otras accesiones.

Palabras clave: *productividad, forraje, biomasa, fertilidad del suelo, fertilización*

La producción de forrajes con alta productividad de biomasa por unidad de superficie y adecuada calidad para el consumo animal es esencial para lograr la sostenibilidad de la ganadería. Es por ello que estudios recientes han evaluado varias especies tropicales promisorias, entre las que destaca *Moringa oleifera*. Esta planta puede ser cultivada como abono verde, para el consumo humano o para el ganado. Según Pérez *et al.* (2010) y Bonal *et al.* (2014), se puede cultivar intensivamente, con rendimientos entre78 y 259 t MV $ha^{-1}$,cuando se utilizaron densidades entre 1 millón y 16 millones de plantas $ha^{-1}$ y se cortó cada 45 d. Reyes (2004) aseguró que aporta gran cantidad de nutrientes pero, consecuentemente, sus extracciones al suelo también son elevadas.

En las condiciones edafoclimáticas de Cuba no se han informado estudios que indiquen el comportamiento de *Moringa oleifera*, por sus aportes o por sus extracciones, ni por su respuesta a diferentes fertilizaciones. Por ello, los objetivos de este trabajo fueron determinar el comportamiento de algunos indicadores morfológicos y productivos de *Moringa oleifera*,relacionados con la aplicación de abonos orgánicos, fertilización química y biofertilizantes, así como evaluar el efecto de este cultivo en la fertilidad del suelo.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante la época seca de2012, en la Estación Experimental Miguel Sistachs Naya, del Instituto de Ciencia Animal, situado en el municipio de San José de las Lajas, provincia Mayabeque, entre los 22º 53 LN y los 82º 02 LW y a 80 m.s.n.m (Anon 1989).

El suelo se preparó por el método convencional: aradura y cruce con gradas alternas. Se utilizó un tractor 60 Hp Belarus, con arado ADIS 3 y grada media de 600 kg. Los bloques se marcaron con rotobactor. Se empleó la densidad de 1 000 000 plantas $ha^{-1}$, para lo que se sembró a la distancia de 10 x 10 cm, la que se señalizó con marcador de madera calibrado a esta distancia. Se utilizaron semillas gámicas de *Moringa oleifera*, de la accesión Supergenius procedente de la India y se sembraron dos semillas por golpe. Cada bloque tuvo el área de 5 $m^2$ y la distancia entre bloques fue de 2 m. Las plantas del experimento sembraron el 20 de marzo de 2012 y el corte de establecimiento y evaluación de los indicadores se realizó a los 60 días.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y siete tratamientos para un total de 28 bloques en un suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 1999). Los tratamientos fueron: T1= control, T2= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$),T3= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + Fitomas E, T4= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + EcoMic, T5= estiércol vacuno (25 t $ha^{-1}$) + EcoMic + FitomasE; T6= NPK (60:90:160; 0.6 t $ha^{-1}$) y T7= NPK (60:90:160; 0.3 t $ha^{-1}$) + EcoMic +Fitomas E.

El EcoMic se aplicó a razón de 10% del peso de la semilla, de modo que para cada réplica se emplearon 12g EcoMic, para inocular 120g se semilla gámica. Este es un biofertilizante que permite aumentar la captación de nitrógeno atmosférico e incorporarlo a las plantas que se inoculan, de este modo se favorece la nutrición y aumenta la productividad. Contiene hongos

micorrizicos arbusculares (HMA), con alto grado de pureza y estabilidad biológica, que viven en simbiosis con las raíces de las plantas superiores.

El Fitomas E se aplicó foliar, a los 20 y 40 d posteriores a la siembra, en dosis de 500 mL $ha^{-1}$. Este es un biofertilizante natural, derivado de la industria azucarera, con efecto antiestrés, que ayuda a superar las afectaciones por déficit nutricional, variaciones climáticas, el ataque de plagas y la fitotoxicidad por agroquímicos, entre otros efectos. Además, estimula el crecimiento y el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, y propicia la mejora de la nutrición y la reducción el ciclo del cultivo.

Los indicadores que se evaluaron en las plantas fueron: altura (m), número de ramas, número de hojas, diámetro del tallo (mm), población de plantas $m^{-2}$ y rendimiento de MS $ha^{-1}$. Para determinar la altura, el número de ramas y hojas y el diámetro del tallo se midieron diez plantas por bloque. La densidad de plantas se determinó al tomar dos muestras en un metro lineal cada una, correspondientes a dos surcos del bloque y no se consideró el efecto de borde. El rendimiento se calculó mediante el corte de todo el bloque sin el efecto de borde. Se cortó a 20 cm de altura. El área se mantuvo libre de maleza mediante limpieza manual y se realizó riego (200 $m^3$ $ha^{-1}$) cada tres días durante el primer mes del cultivo y 300 $m^3$ $ha^{-1}$ cada nueve días hasta el momento del corte.

En el suelo se realizó la evaluación inicial de su fertilidad, previa a la aplicación de los tratamientos, mediante la toma de ocho muestras compuestas por ha con la barrena helicoidal. Después de realizar el corte a los 60 días, se tomaron con barrena helicoidal, al azar, dos muestras compuestas por parcela. El suelo se secó al aire, se molinó y tamizó (0.2 mm), para tomar 50 g para el análisis químico. Se cuantificaron el pH (potenciométrico), materia orgánica (Walkley y Black, citado por Jackson 1970), nitrógeno (AOAC 1995), fósforo (Oniani1964), calcio y magnesio (Maslova, citado por Paneque 1965).

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico InfoStat (2008). Se analizaron los supuestos teóricos del análisis de varianza, homogeneidad de varianza por la dócima de Levene (1960) y normalidad de los errores por la dócima de Shapiro yWilk (1965) para las variables de conteo. Las variables número de ramas y número de hojas no cumplieron los supuestos, por lo que se transformaron según √x. En el caso de la densidad, no fue necesario hacer la transformación, pues se cumplieron los supuestos para la variable original, por lo que se realizó análisis de varianza según diseño de bloques al azar. Se realizó el análisis de varianza de los indicadores evaluados y se aplicó dócima de Duncan (1955).

## Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra el comportamiento de algunos indicadores morfológicos y productivos de *Moringa oleifera*. La altura y la cantidad de hojas por rama no tuvieron diferencias entre tratamientos. Los resultados indicaron que la accesión Supergenius, en condiciones edafoclimáticas y de manejo, similares a las del estudio, debe alcanzar, aproximadamente, a los 60 d altura de 1m y 35 hojas por rama.

Petit*et al.* (2010), al estudiar el comportamiento de moringa, sola o asociada, encontraron resultados similares a los referidos en este trabajo, en lo que respecta a la altura de las plantas. Sin embargo, Padilla *et al.* (2014), al evaluar la altura de corte en la producción de forraje de esta especie hallaron comportamiento

Tabla 1. Comportamiento de la producción de biomasa de *Moringa oleifera* con la aplicación de diferentes abonos y fertilizantes

| Treatmiento | Altura, m | Ramas/ planta | Hojas/ rama | Diametro del tallo, mm | Población, plantas $m^{-2}$ | Rendimiento, t MS $ha^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 | 1.01 | 2.57[a] (6.60) | 5.67 (32.45) | 25.52[a] | 60.0[a] | 5.77[a] |
| T2 | 1.02 | 2.62[a] (6.85) | 5.92 (35.10) | 27.42[a] | 65.0[a] | 5.51[a] |
| T3 | 1.05 | 2.56[a] (6.55) | 6.12 (37.70) | 21.98[a] | 63.8[a] | 5.52[a] |
| T4 | 1.04 | 2.76[c] (7.55) | 5.90 (34.80) | 31.01[c] | 92.0[c] | 6.61[c] |
| T5 | 0.98 | 2.52[a] (6.85) | 5.72 (32.80) | 26.36[a] | 82.5[b] | 5.57[a] |
| T6 | 1.00 | 2.65[b] (7.00) | 6.14 (37.85) | 29.65[b] | 80.0[b] | 6.28[b] |
| T7 | 1.05 | 2.63[b] (6.93) | 5.98 (35.80) | 32.22[c] | 82.5[b] | 6.13[b] |
| EE ± y Sign | 3.28 | 0.03 * | 0.17 | 0.21* | 0.52*** | 0.01* |

( ) Medias originales; datos transformados según √X. [a,b,c,d]Valores con letras comunes no difieren para P<0.05 (Duncan 1955). * P<0.05, *** P<0.001

irregular en este indicador. Medina *et al.* (2007) obtuvieron resultados inferiores, con valores, a los 60 d de cultivo, en vivero, de 0.55 m de altura y solamente 16 hojas por rama.

El número de ramas varió entre tratamientos. Los menores valores los tuvieron T1, T2, T3, T5, con cifras entre 6.55 y 6.85 ramas por planta, seguidos por T6 y T7 (7.0 y 6.93 ramas por planta). El mayor valor lo tuvo T4, con 7.55 ramas por planta. En el caso del diámetro del tallo, T4 y T7 tuvieron los mayores valores, sin diferencias significativas entre ellos.

En cuanto al número de ramas, los valores obtenidos fueron inferiores a lo informado por Medina *et al.* (2007), quienes con igual tiempo del cultivo, pero diferente densidad, obtuvieron entre 10 y 12 ramas por planta, lo que indicó el efecto que pudo tener la densidad utilizada este indicador.

La población de plantas se redujo de 100 plantas $m^{-2}$,sembradas, a valores que estuvieron entre 92.0 y 60.0 plantas $m^{-2}$. Las menores pérdidas las tuvo T4 y las mayores T1, lo que reafirmó la superioridad de T4 respecto al resto de los tratamientos utilizados. Los tratamientos T5, T6 y T7 siguieron a T4, en cuanto a este indicador.

La disminución generalizada de la población pudo estar relacionada además,con el ataque de *Atta insularis* (bibijagua) a las pequeñas plántulas, las que produjeron defoliaciones que condujeron a la muerte de muchas de ellas. Reyes (2004) coincide en que las altas densidades crean competencia entre las plantas por los nutrientes, la luz y el espacio vital. Esto provoca pérdidas de plántulas, que pueden ir de 20 a 30% por corte, y produce altas mermas de material productivo por área, elemento que pudo ser decisivo también en los resultados alcanzados en este estudio.

En el caso del rendimiento por unidad de superficie, se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos. Fue también T4, el tratamiento con mejor resultado, seguido por T6 y T7.

Pérez *et al.* (2010) aseguraron que esta planta puede alcanzar valores de rendimiento de 8.3 t $MSha^{-1}$, en cortes cada 45 d, lo que resulta superior a lo alcanzado en este estudio. Castillo *et al.* (2013), al evaluar la influencia de la densidad (10000, 20000 y 40000 plantas $ha^{-1}$) y la frecuencia de corte (60 y 90 d) obtuvieron rendimientos entre 9,99 y 10,83 t $ha^{-1}$. Aunque estos son estudios con densidades diferentes, evidenciaron que moringa puede llegar a alcanzar valores superiores de rendimiento, según la densidad utilizada, la frecuencia de corte y las características edafoclimáticas donde se desarrolle.

Los resultados de los indicadores productivos y morfológicos de moringa indicaron que el tratamiento T4 obtuvo el mejor comportamiento y de manera general, le siguieron T6 y T7. Es significativo que estos últimos tratamientos incluyeron la aplicación de fertilizantes inorgánicos NPK (60:90:160), solos y combinados con biofertilizantes, respectivamente. Esto mostró el valor productivo, ecológico y económico que puede tener la alternativa de combinar abonos orgánicos con biofertilizantes, como es el caso de T4. Asimismo, evidenció la eficacia del uso de combinaciones de fertilizante mineral con biofertilizantes, ya que no hubo diferencias en los rendimientos de T6 y T7, y sugirió que se pueden reducir la dosis del primero y esperar similares resultados productivos que cuando se usan las dosis óptimas. Ello puede conllevar a la obtención de altos rendimientos por unidad de superficie, con posible disminución de gastos, siendo además más amigable con el ambiente.

Los resultados señalaron también que la accesión Supergenius varía su comportamiento en nuestras condiciones edafoclimáticas, por la disminución de sus rendimientos y otros indicadores de crecimiento y desarrollo: el número de ramas, hojas por ramas y altura, en comparación con lo informado por Foidl*et al.* (2001) en Centroamérica.

El comportamiento de los indicadores agroquímicos se muestra en la tabla 2. El nitrógeno total no tuvo diferencias entre el muestreo inicial, previo a la aplicación de los tratamientos de fertilización y el tratamiento control. A pesar de ello, este indicador, según las tablas de interpretación (Crespo *et al.* 2006), fue de valor medio (1.18%) en T0, a bajo (1.15%) en T1. Esto indicó que moringa en los primeros 60 d de cultivo varió el contenido de este nutriente en el suelo, y sugirió que esta planta puede realizar altas extracciones,que sin la aplicación de fertilizantes, es posible que logren contribuir al deterioro paulatino del tenor de Nt.

Este macronutriente manifestó incremento ($P<0.001$) en el resto de los tratamientos con respecto al control, lo que demostró la efectividad de las fertilizaciones utilizadas, que permitieron compensar las extracciones y mejorar la estabilidad de Nt en el suelo. Chicowo *et al.* (2006) y Salazar-Sosa*et al.* (2003) plantearon que la labranza mínima y la aplicación de fertilizantes orgánicos contribuyen a la acumulación de residuos y, por consiguiente, a la acumulación de materia orgánica, lo cual puede reflejarse en la mayor concentración de Nt en el suelo.

El P tampoco tuvo diferencias significativas entre su valor al inicio y el tratamiento control a los 60 d delcultivo de moringa. Mientras, sus mayores valores los alcanzó en los tratamientos donde se aplicó el EcoMic (T4, T5 y T7).La combinación de estiércol vacuno con este biofertilizante (T4 y T5) produjo similar resultado en el contenido de fósforo en el suelo que cuando se combinó con fertilizante inorgánico.

El comportamiento del P en los tratamientos donde estuvo presente el EcoMic, demostró los aportes que hace este biofertilizante a la solubilización del P en el suelo, debido a la acción de las micorrizas (Martín 2009 y Pentón *et al.* 2013).En el caso del P, además de la incidencia del biofertilizante, otra causa para su mejora pudo estar en el incremento encontrado en el contenido de materia orgánica, aunque T2 y T3 también mostraron incrementos de la materia orgánica, y no así en

Tabla 2. Características agroquímicas del suelo al inicio, previas a la alicación de los tratamientos y a los 60 días de cultivo para cada uno de los tratamientos

| Tratamiento | N (%) | P (mg $100g^{-1}$) | Ca ($cmolckg^{-1}$) | Mg ($cmolckg^{-1}$) | pH (KCl) | MO (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicio | | | | | | |
| T0 | $1.18^{a}$ | $7.53^{a}$ | $8.10^{b}$ | $1.81^{a}$ | $5.80^{b}$ | $3.44^{b}$ |
| 60 días de cultivo | | | | | | |
| T1 | $0.15^{a}$ | $6.65a^{a}$ | $6.55^{a}$ | $1.73^{a}$ | $5.35^{a}$ | $2.91^{a}$ |
| T2 | $0.27^{b}$ | 10.39c | $8.95^{b}$ | $3.22^{bc}$ | $5.58^{b}$ | $4.36^{bc}$ |
| T3 | $0.23^{b}$ | 10.60c | $8.90^{b}$ | $3.05^{bc}$ | $5.55^{b}$ | $4.49^{c}$ |
| T4 | $0.26^{b}$ | $13.65^{d}$ | $9.45^{b}$ | $3.14^{bc}$ | $5.88^{c}$ | $4.84^{c}$ |
| T5 | $0.23^{b}$ | $12.89^{d}$ | $9.60^{b}$ | $3.72^{c}$ | $5.90^{c}$ | $4.63^{c}$ |
| T6 | $0.25^{b}$ | $9.18^{b}$ | $6.05^{a}$ | $2.06^{a}$ | $5.38^{a}$ | $2.77^{a}$ |
| T7 | $0.25^{b}$ | $12.59^{d}$ | $6.00^{a}$ | $2.39^{a}$ | $5.35^{a}$ | $2.80^{a}$ |
| EE ± y Sign | 0.01*** | 2.03*** | 0.04*** | 0.02*** | 0.06*** | 0.09*** |

T0: Muestreo previo a la aplicación de tratamientos. $^{a,b,c,d}$ Valores con letras comunes no difieren para $P < 0.05$ (Duncan 1955). *** $P<0.001$

el contenido de P. Morón (1994) y Sileshi y Mafongoya (2007) aseguran que el P se concentra, especialmente, en la materia orgánica, la cual contiene altos niveles de P, y que la implantación de pasturas mejoradas de gramíneas en suelos previamente cultivados, usualmente, determina aumento en el equilibrio de la materia orgánica y por consiguiente, incrementa el contenido de P orgánico.

El Ca no tuvo diferencias entre el inicio (T0) y T2, T3, T4 y T5, pero si disminuyó entre T0 y T1 ($P< 0.001$). Esto revela que el cultivo debió realizar alta absorción de este nutriente en los primeros 60 d de producción del forraje, y sugiriere la necesidad de la fertilización para lograr estabilidad de este macronutriente. El Mg no difirió su contenido entre el inicio y a los 60 d para T1, T6 y T7, mientras que mostró incremento para aquellos tratamientos que aplicaron estiércol vacuno.

El pH también tuvo disminución ($P<0.05$) del inicio a T1, y manifestó variaciones entre tratamientos que, al parecer, estuvieron determinadas por la combinación de fertilizantes que se aplicó. Así, tuvieron similar comportamiento T2 y T3, que aumentaron el pH respecto al control. Les siguieron, con mayor valor, T4 y T5; mientras que la combinación de NPK (60:90:160), solo o con biofertilizantes (T6 y T7), tuvo comportamiento similar a T1.

Los contenidos de calcio y magnesio sugieren, de manera general, que la aplicación de estiércol vacuno puede mejorar sus contenidos y contrarrestar la posible absorción de estos nutrientes por moringa. Se relacionó el comportamiento de estos macronutrientes y del pH. Cairo y Fundora (1994) plantearon que existe una relación directamente proporcional entre los contenidos de los cationes alcalinotérreos ($Ca^{2+}$ y $Mg^{2+}$) y el valor de pH, de modo tal que al aumentar o disminuir alguno de estos, también aumente o disminuya, respectivamente, el pH. Lok *et al.* (2003) encontraron comportamiento similar al obtenido en este trabajo y adjudicaron el incremento del pH al aumento de los contenidos de Ca y Mg, por la acumulación y calidad de la hojarasca de las leguminosas, la que contribuyó significativamente a la materia orgánica en el suelo.

Asimismo, el incremento de materia orgánica ($P<0.01$) en el suelo de los tratamientos T2, T3, T4 y T5, también pudo ser una de las causas del comportamiento que se encontró para el N, P, Ca y Mg.

Los resultados indicaron que la aplicación de fertilizantes contribuye positivamente en los contenidos de nutrientes del suelo. Específicamente, el N y el P se pueden mejorar a partir de cualquiera de las combinaciones de estos, pero el Ca, el Mg y el pH dependen del contenido de MO existente. En ese sentido, los fertilizantes orgánicos pueden tener el mejor efecto. Además, cuando se combinó el NPK (60:90:160) con biofertilizante, y se disminuyó a la mitad la dosis del primero, se obtuvo comportamiento similar en los nutrientes del suelo que cuando se aplicó el fertilizante inorgánico, pero con la dosis completa. Debido a los altos precios que poseen los fertilizantes químicos en el mercado internacional, y los efectos nocivos que puede tener su uso indiscriminado en la calidad y salud del suelo (Rincón y Muñoz 2005, Nicholls y Altieri 2006 y Altieri y Nicholls 2008), la menor aplicación de estos sugirió que la combinación de ambos tipos de fertilizantes favorece económica y ambientalmente el desarrollo del sistema.

Se concluye que la aplicación de diferentes abonos y biofertilizantes contribuye favorablemente al comportamiento de los indicadores morfológicos y productivos de *Moringa oleifera* para la producción de biomasa durante el establecimiento, a pesar de que sus rendimientos e indicadores de crecimiento y desarrollo estuvieron por debajo de lo informado para la accesión Supergenius, en condiciones tropicales. Esta especie parece provocar disminución de los contenidos de nutrientes del suelo, cuando no se aplican fertilizaciones estratégicas. La combinación de 25 t $ha^{-1}$ de estiércol vacuno y EcoMic mostró el mayor rendimiento de moringa y la mejor contribución a los contenidos de nutrientes del suelo en esta etapa. La aplicación de abono

orgánico, con o sin biofertilizantes, tuvo mejor efecto en la fertilidad del suelo que la aplicación de fertilizante inorgánico solo o combinado, al influir positivamente en todos los nutrientes del suelo.

Se recomienda continuar estudios relacionados con la aplicación de fertilizantes en el cultivo de moringa, así como otros que relacionen el efecto de esta planta en la fertilidad del suelo, con diferentes tiempos de explotación y para otras accesiones.

## Referencias


Altieri, M. A., &Nicholls, C. (2008). Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. Agroecología, 1, 29-36.

Anon 1989. Atlas Nacional de Cuba. Ed. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. p. 27

AOAC, 1995.Official methods of analysis. 15 ed. Washington: Association of Official Agricultural Chemists. 1298 p

Bonal, R., Rivera, R. &Bolívar, M.E. 2014. *Moringa oleifera*: a healthy option for the well-being. Disponible: http://www.bvs.sld.cu/revistas/san/vol_16_10_12/san141012.htm. [Consultado: Mayo, 2014].

Cairo, P. & Fundora, O. 1994. Edafología. Editorial Pueblo y Educación. p. 476

Castillo, L. A., Castillo, J.B., Ramírez, L. &Canto Robertos. M.E. 2013. Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de poda en el rendimiento y calidadde *Moringa oleifera* Lam. IV Congreso Latinoamericano de Producción Animal Tropical. La Habana.

Chicowo, R., Mapfumo, P., Leffelaar, P.A. y Giller, K.E. 2006. Integrating legumes to improve N cycling on smallholder farms in sub-humid Zimbabwe: resource quality, biophysical and environmental limitations. Nutrient Cycling in Agroeocosystems. 76: 219

Crespo, G.J., Rodríguez, I. y Lok, S. 2006. La fertilidad del suelo y la producción de biomasa. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abonos orgánicos y biogás. Ed. Instituto de Ciencia Animal. p. 223-277

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics. 11.1

Foidl, N., Mayorga, L. & Vásquez, W. 2001. The potential of *Moringa oleifera*for agricultural and industrial uses. Proc. 1st what development potential for Moringa products? Dar Es Salaam, Tanzania. p. 45

Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, J., Salgado, E. J., Marsán, R., Obregón, A., Torres, J. M., González de la Torre, J. E., Orellana, R., Paneque, J., Nápoles, P., Fuentes, E., Duran, J. L., Peña, J., Cid, G., Ponce de León, D., Hernández, M., Frometa , E., Fernández, L., Carcés, N., Morales, M., Suárez, E., Martínez, E. & Ruiz de León, J. M. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 26 p.

InfoStat 2008. Manual de usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Jackson, M. L. 1970. Análisis Químico de Suelos. Univ. Wiscouncin, USA. 662 p.

Levene, H. 1960. Robust tests for the equality of variance. Contributions to Probability and Statistics. Stanford University Press. p. 65.

Lok, S., Fraga, S & H. Díaz. 2003. Efecto de la duración de la prelación del suelo y del uso de mezcla de gramíneas y leguminosas en algunos indicadores agroquímicos del suelo. Cuban J. Agric. Sci. 37:437

Martín, G. M. 2009. Manejo de la inoculación micorrízicaarbuscular, la *Canavalia ensiformis* y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (*Zea mays*) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana. Tesis de Doctor. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. UNAH. La Habana. Cuba, 161p

Medina, M. G., García, D.E., Clavero, T. e Iglesias, J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Tropical, 25: 83-93

Morón, A. 1994. Fósforo: Disponibilidad y dinámica en el suelo. En: Manejo y Fertilidad de suelos. Ed INIA. Montevideo-Uruguay. P-27.

Nicholls, C. I., y Altieri, M. 2006. Manejo de la fertilidad de suelos e insectos plaga: armonizando la salud del suelo y la salud de las plantas en los agroecosistemas. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 77:8

Oniani, O.G. 1964. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Krasnozen y Podsólicos en Georgia. Agrojima 6:25

Padilla, C., Fraga, N. Scull, I. Tuero, R. &Sarduy, L. 2014. Effect of cut height on indicators of forage production of *Moringa oleifera vc. Plain*. Cuban J. Agric. Sci. 48:34

Paneque, V. 1965. Manual de Práticas de Suelo. Univ. De La Habana. p.25

Pentón, G., Martín, G. & Rivera, R. 2013. Efectos de la inoculación de HMA a través de Canavalia y la fertilización mineral en algunas características agroproductivas del cultivo de Morera (*Morus alba* L). Congreso Latinoamericano de Producción Animal Tropical. La Habana.

Pérez, A., Sánchez, N., Amerangal, N y Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*. Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, 33:1

Petit, J., Casanova, F. & Solorio, F. 2010. Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, Guazumaulmifolia y *Moringa oleifera* asociadas y en monocultivo en un banco de forraje. Revista Forestal Venezolana 54:161

Reyes, N. 2004. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía Técnica No. 5. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Editor Freddy Alemán. Serie Técnica. UNA. p-89.

Rincón, L. E. C. & Muñoz, L. M. M. 2005. Enzimas del suelo: indicadores de salud y calidad. Acta Biológica Colombiana 10: 5

Salazar-Sosa, E., Beltrán-Morales, A., Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J. A., Cueto-Wong, J. A., Vázquez-Vázquez, C. & Peña-Cabriales, J. J. 2003. Mineralización de nitrógeno en el suelo y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. TERRA Latinoamericana21:569

Shapiro, S. &Wilk, B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples), Biometrika 52:591

Sileshi, G. &Mafongoya, P.L. 2007. Quantity and quality of organic inputs from coppicing leguminous trees influence abundance of soil macrofauna in maize crops in eastern Zambia. Biology Fertility Soils 43: 333


**Recibido: 8 de julio de 2014**